Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région du Pacifique **Réponse des Sciences 2018/042**

EFFETS INDIRECTS DES ACTIVITÉS DE PÊCHE (AUX TRAPPES) EN CONTACT AVEC LE FOND SUR LES RÉCIFS D'ÉPONGES DANS LE DÉTROIT DE GEORGIE ET LA BAIE HOWE

Contexte

Les récifs d'éponges siliceuses ont une valeur intrinsèque, écologique et économique. Ils servent de lien entre le milieu benthique et l'environnement pélagique, jouent un rôle important dans le traitement du carbone et de l'azote, et agissent comme des puits de silice. Le Service hydrographique du Canada et Ressources naturelles Canada ont cartographié neuf complexes de récifs d'éponges siliceuses dans le détroit de Georgie et la baie Howe. La protection des récifs d'éponges est un élément clé de plusieurs engagements internationaux pris par le Canada dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies et du Code de conduite pour une pêche responsable de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

En 2015, le MPO a protégé ces neuf complexes au moyen de fermetures officielles des pêches entrant en contact avec le fond s'étendant jusqu'à 150 m au-delà des polygones simplifiés qui délimitent l'empreinte des récifs. Il existe des preuves que les dépôts de sédiments (par suite d'une remise en suspension résultant d'activités humaines) ont un impact sur les communautés de récifs d'éponges, y compris d'éponges siliceuses (Leys 2013; Conway *et al.* 2001; Whitney *et al.* 2005; Conway *et al.* 2007; Yahel *et al.* 2007; Tompkins-MacDonald et Leys 2008). Le Secteur des sciences du MPO a été chargé de déterminer, pour chacun des neuf complexes récifs d'éponges siliceuses protégés actuellement dans le détroit de Georgie et la baie Howe, le risque d'exposition aux sédiments remobilisés par les activités de pêche entrant en contact avec le fond (comme la pêche aux trappes à la grosse crevette et au crabe) à l'aide des méthodes employées pour évaluer les impacts sur les récifs d'éponges du détroit d'Hécate des sédiments remis en suspension par la pêche au chalut qui racle le fond marin (Boutillier *et al.* 2013).

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences mars 2018 sur l'Examen des résultats Les effets indirects des activités de pêche (au casier) en contact avec le fond sur les récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie Howe.

Renseignements de base

Il existe neuf complexes de récifs d'éponges dans le détroit de Georgie (figure 1); ceux de l'île Gabriola, de Foreslope Hills et de Sechelt se composent chacun d'un récif, les autres en comptent plusieurs (tableau 1). Les effets indirects des activités de pêche entrant en contact avec le fond proviennent du dépôt des sédiments marins sur le récif d'éponges. Ce dépôt peut se produire lorsque la pêche déplace les sédiments qui se trouvent sur le plancher océanique, provoquant leur remise en suspension puis leur transport par les courants océaniques et enfin leur dépôt sur le récif d'éponges.

D'après Boutillier *et al.* (2013), la méthode à utiliser pour évaluer les effets des activités de pêche entrant en contact avec le fond sur les récifs d'éponges consiste à estimer l'empreinte des sédiments remobilisés. Les renseignements suivants sont nécessaires :

1. Le type de l'activité de pêche. Il déterminera la hauteur au-dessus du fond marin à laquelle les sédiments marins sont déplacés.
2. Les caractéristiques des sédiments marins, notamment le taux de sédimentation, qui fournit la composante verticale de la trajectoire des sédiments déplacés.
3. Les courants océaniques, qui transportent les sédiments horizontalement.

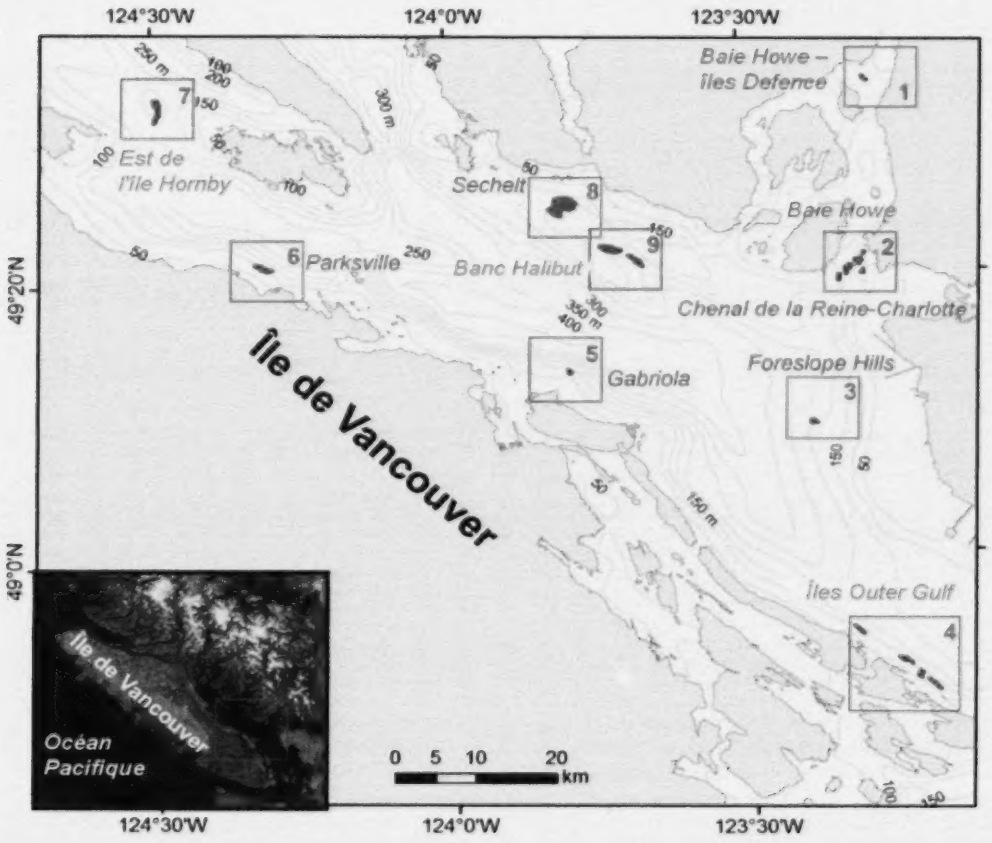

Figure 1. Carte du centre du détroit de Georgie et de la baie Howe, en Colombie-Britannique (Canada), illustrant les emplacements et les noms des neuf complexes de récifs d'éponges.

Activités de pêche entrant en contact avec le fond

Les types d'activité de pêche évalués dans ce rapport sont ceux qui utilisent des trappes entrant en contact avec le fond. En général, il s'agit d'engins fixes stationnaires posés sur le fond marin et attachés à une palangre ancrée aux deux extrémités; la surface des sédiments marins déplacés équivaut à la taille de l'engin. Elle peut varier selon les conditions météorologiques au moment du retrait de l'engin et si l'engin s'accroche sur le fond (MPO 2010).

Tableau 1. Superficie et identificateur des neuf complexes de récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie Howe décrits dans Dunham et al. 2018 et l'avis de pêche du MPO FN0415 (MPO 2016). La superficie de l'empreinte des récifs a été calculée à l'aide des fichiers de forme de cette empreinte fournis par la Commission géologique du Canada et le Service hydrographique du Canada pour le détroit de Georgie et la baie Howe par imagerie bathymétrique multifaisceaux (Conway et al. 2004, Conway et al. 2005, Conway et al. 2007).

Complexe de récifs d'éponges	Numéro du récif d'éponges	Superficie du récif d'éponges (m^2)
Baie Howe – îles Defence	1A	20 919
	1B	78 875
Baie Howe Îles de la Reine-Charlotte Superficie totale 0,89 km^2	2A	73 342
	2B	30 931
	2C	55 564
	2D	22 425
	2E	20 639
	2F	125 829
	2G	198 790
	2H	118 774
	2I	98 687
	2J	13 642
	2K	34 604
	2L	81 599
	2 M	19 960
Foreslope Hills	3A	176 761

Complexe de récifs d'éponges	Numéro du récif d'éponges	Superficie du récif d'éponges (m^2)
Îles Outer Gulf		261 196
Superficie totale 0,86 km^2	4B	99 977
	4C	101 063
	4D	45 333
	4E	70 077
	4F	281 401
Île Gabriola	5A	168 114
Parksville Superficie totale 0,61 km^2	6A	52 774
	6B	5 128
	6C	353 535
	6D	202 803
Est de l'île Hornby	7A	925 460
	7B	172 235
Sechelt	8A	4 999 438
Banc Halibut Superficie totale 2,00 km^2	9A	1 462 331
	9B	379 300
	9C	163 335

Sédiments marins dans le détroit de Georgie

Le risque d'exposition aux sédiments remobilisés par les activités de pêche entrant en contact avec le fond autour des récifs ou à proximité variera en fonction du type des sédiments qui sont déplacés. Les sédiments marins peuvent être classés en trois grands groupes en fonction de leur taille : argile (jusqu'à 3,9 µm), limon (3,9 à 63 µm) et sable (plus de 63 µm). Le temps nécessaire aux sédiments déplacés pour se déposer sur le fond marin est fonction de la taille des particules, les plus grandes se déposant plus rapidement. Le taux de sédimentation des sédiments surtout sablonneux sera plus rapide que celui des sédiments limoneux, qui sera plus rapide que celui des sédiments argileux.

Dans la plupart des emplacements du détroit de Georgie et de la baie Howe, les sédiments marins sont composés d'une combinaison de sable, de limon et d'argile. La vitesse de sédimentation de ces sédiments variera en fonction de la proportion de sable, de limon et d'argile. Par exemple, les dépôts de limon provenant du panache du fleuve Fraser ont une grande influence sur les sédiments marins du centre du détroit de Georgie. La plaine côtière le long de l'est de l'île de Vancouver est surtout composée de grandes plages de sable et de gravier à pente faible. Pour compliquer encore le problème, la floculation (ou non) des particules et la turbulence (ou non) des courants de fond auront également une incidence sur les vitesses de sédimentation des sédiments marins.

On a présumé qu'un type de sédiments représentatif de ceux qui sont présents autour des récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie Howe est semblable à celui qui entoure les récifs dans le détroit d'Hécate (composé à 30 % d'argile, 55 % de limon et 15 % de sable, avec un diamètre médian de 20 µm et une vitesse de sédimentation de 0,2 mms^{-1}; Boutillier *et al.* 2013). La proportion élevée de sédiments argile-limon produit généralement un floc de particules globalement sphériques d'un diamètre de plus de 20 µm et un taux de sédimentation plus rapide (Lintern 2003).

Modèle hydrodynamique

Après la remise en suspension des sédiments marins, les courants océaniques locaux transporteront les sédiments horizontalement lorsqu'ils tombent sur le plancher océanique. Il existe peu de mesures empiriques des courants proches du fond dans le détroit de Georgie, mais un modèle hydrodynamique a été élaboré pour la région (Masson et Fine 2012).

Le modèle utilisé repose sur une mise en œuvre de la version 3.5 du système de modélisation océanique régionale (ROMS) (Haidvogel *et al.* 2008) semblable à celui employé pour estimer l'étendue des sédiments remobilisés près des récifs d'éponges du détroit d'Hécate (Boutillier *et al.* 2013). Le domaine du modèle (figure 2) comprend plus de 67 000 éléments englobant le détroit de Georgie, la baie Puget, le détroit Juan de Fuca et les bras de mer adjacents; les limites ouvertes se trouvent à l'embouchure du détroit Juan de Fuca et à l'extrémité nord du détroit de Georgie (Peña *et al.* 2016).

La résolution horizontale de la grille du modèle est de 1 km. Comme la superficie des récifs d'éponges (tableau 1) est généralement inférieure à 1 km^2, le forçage horizontal des sédiments remis en suspension est tiré essentiellement des éléments de la grille situés au voisinage immédiat du récif d'éponges. Le modèle comporte 31 couches verticales dont l'épaisseur varie en fonction de la profondeur totale de l'eau, de sorte que seules les vitesses du courant dans la couche la plus proche du fond sont utilisées pour modéliser le transport des sédiments.

Le modèle hydrodynamique est conçu pour simuler les courants autour des récifs d'éponges et les utiliser afin de déterminer si les sédiments remis en suspension par les activités de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond auront des impacts sur les récifs lorsqu'ils se déposeront à nouveau sur le fond marin. Trois forces exercent les plus grandes influences sur les courants dans le détroit de Georgie et la baie Howe : les marées, les vents et les fleuves. Les fleuves contribuent à la circulation de l'eau à la fois par la quantité de mouvement directe et les gradients de la densité. Pour chaque intervalle de temps de la simulation informatique, l'extrant du modèle comprend la vitesse, la température et la salinité pour chaque élément de la grille, à chaque profondeur.

Les observations permettent d'établir les conditions initiales du modèle et de forcer le modèle pendant la simulation. Le modèle définit la structure de densité initiale de l'eau à l'aide d'un ensemble de données pluriannuelles sur les profils de la température et de la salinité relevés à environ 80 emplacements dans la mer des Salish (Chandler *et al.* 2017). Le forçage par les marées est tiré des huit composants les plus significatifs de la marée (K_2, N_2, S_2, M_2, Q_1, P_1, O_1 et K_1), repris du modèle des marées du Pacifique Nord-Est (Foreman *et al.* 2000). Les données sur le vent, provenant de 21 stations météorologiques et phares inclus dans le domaine du modèle, servent à définir le forçage éolien horaire. Le forçage de l'eau douce est appliqué à 20 emplacements d'après les données sur les apports quotidiens et les données du modèle décrit dans Morrison *et al.* 2012.

Le modèle hydrodynamique a été exécuté pour simuler les conditions en 2007 car c'est pour cette période que les ensembles de données les plus complets étaient disponibles pour initialiser et forcer le modèle. La vitesse horizontale utilisée pour simuler le mouvement des sédiments a été reconstruite à partir de deux éléments du champ de vitesse : le débit moyen et le débit maréal. Le débit moyen à chaque point de la grille a été calculé comme la vitesse moyenne à des intervalles de cinq jours pour l'année de simulation 2007 à l'aide de tout le forçage décrit précédemment. Une autre simulation du modèle a été exécutée pour déterminer la composante maréale du champ du débit, avec le forçage de huit éléments de la marée pour trois mois avec un extrant à des intervalles de trois heures. L'analyse tidale a ensuite été appliquée pour donner les courants de marée à chaque point de grille pour toute l'année. Ces deux éléments ont été combinés, puis interpolés afin de générer une série chronologique de la vitesse horizontale à chaque point de la grille à des intervalles de 30 minutes pour l'année de simulation 2007.

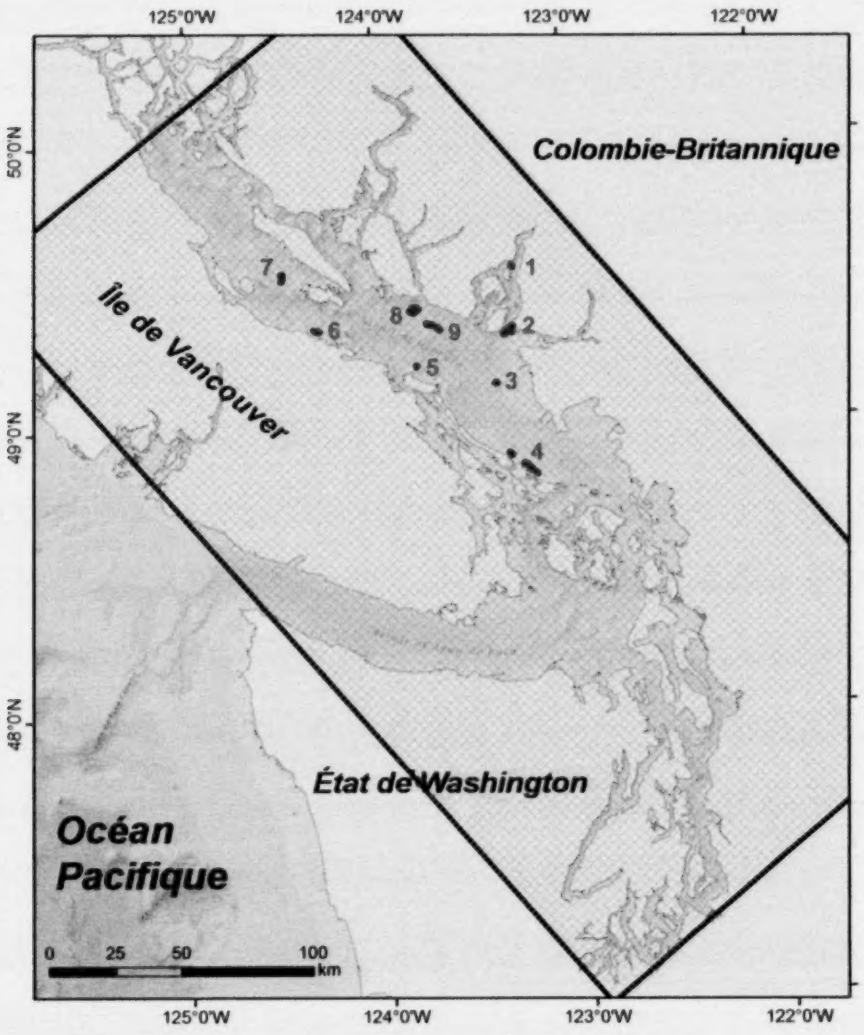

Figure 2. Domaine du modèle ROMS pour la mer des Salish. Les neuf complexes de récifs d'éponges du détroit de Georgie et de la baie Howe sont représentés en violet.

Modèle de trajectoire des particules

Dans Boutillier *et al.* 2013, la distribution des sédiments remobilisés a été modélisée à l'aide d'une hauteur de perturbation conforme à l'activité de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond. On présume que les sédiments se déplacent comme des particules passives, horizontalement avec les courants océaniques et verticalement en fonction de leur vitesse de sédimentation. La relation entre la vitesse de sédimentation et la hauteur de perturbation au-

dessus du fond marin donne une échelle temporelle de la suspension pendant laquelle la particule est transportée par les courants du modèle. Pour la pêche aux trappes entrant en contact avec le fond dans le détroit de Georgie et la baie Howe, cette période est de 1,5 heure (Isaak Fine, entrepreneur de l'institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B., comm. pers.).

Équation 1. Relation entre temps de sédimentation, vitesse de sédimentation et hauteur de la perturbation au-dessus du plancher océanique.

$$\text{Échelle temporelle} = \frac{\text{hauteur du rejet}}{\text{vitesse de sédimentation}}$$

La figure 3 illustre la relation dans l'équation 1 pour des hauteurs de perturbation jusqu'à 5 mètres du fond marin et les vitesses de sédimentation applicables aux activités de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond et les sédiments présents au voisinage des récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie Howe.

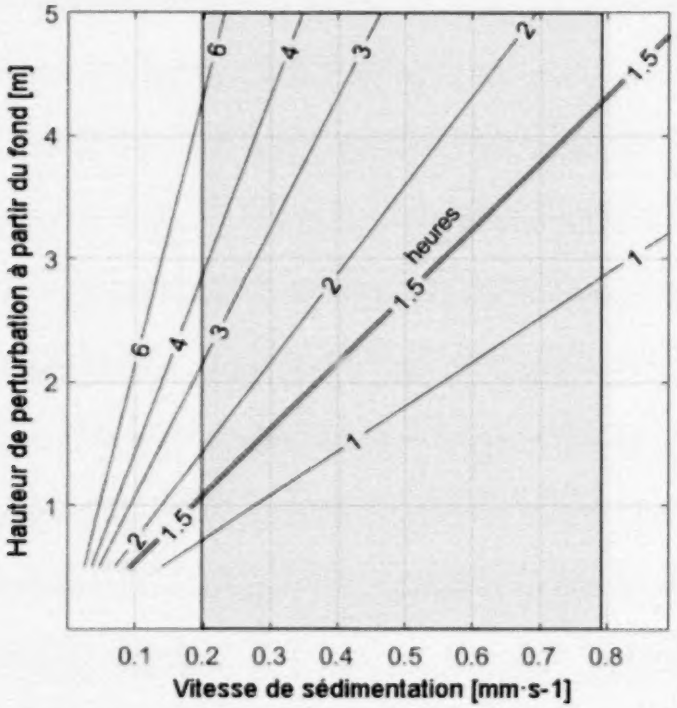

Figure 3. Temps de sédimentation, en heures, en fonction de la hauteur de perturbation et de la vitesse de sédimentation. La zone ombragée représente les matériaux limoneux d'une taille comprise entre 20 et 50 µm.

Le polygone simplifié du récif est défini comme un polygone simple englobant l'empreinte du récif délimitée par RNCan à partir de l'imagerie bathymétrique multifaisceaux recueillie entre 2002 et 2010. La zone du récif d'éponges siliceuses fermée à la pêche qui est définie dans l'avis de pêche FN0415 du MPO (MPO 2016) s'étend à 150 mètres au-delà de ce polygone simplifié. Lorsque plusieurs récifs d'éponges sont situés au même endroit, un polygone simplifié englobant plusieurs récifs a été appliqué (figure 4).

L'objectif de la modélisation de la trajectoire est de déterminer le risque d'exposition du récif d'éponges aux sédiments remobilisés par les activités de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond autour ou au voisinage des récifs. À cette fin, il faut déterminer la frontière du risque autour de chaque récif d'éponges d'après les résultats du modèle de trajectoire des particules. La frontière du risque est associée à une probabilité que les sédiments remobilisés se déposeront sur le récif. Le contour de probabilité zéro renvoie à la distance du récif à laquelle aucun sédiment remobilisé n'atteindra le polygone simplifié. Dans Boutillier *et al.* 2013, deux niveaux de risque sont examinés : l'un dans lequel 5 % de traceurs passifs se déposent dans le polygone de récif simplifié et l'autre dans lequel 20 % des particules se déposent dans ce polygone (figure 5).

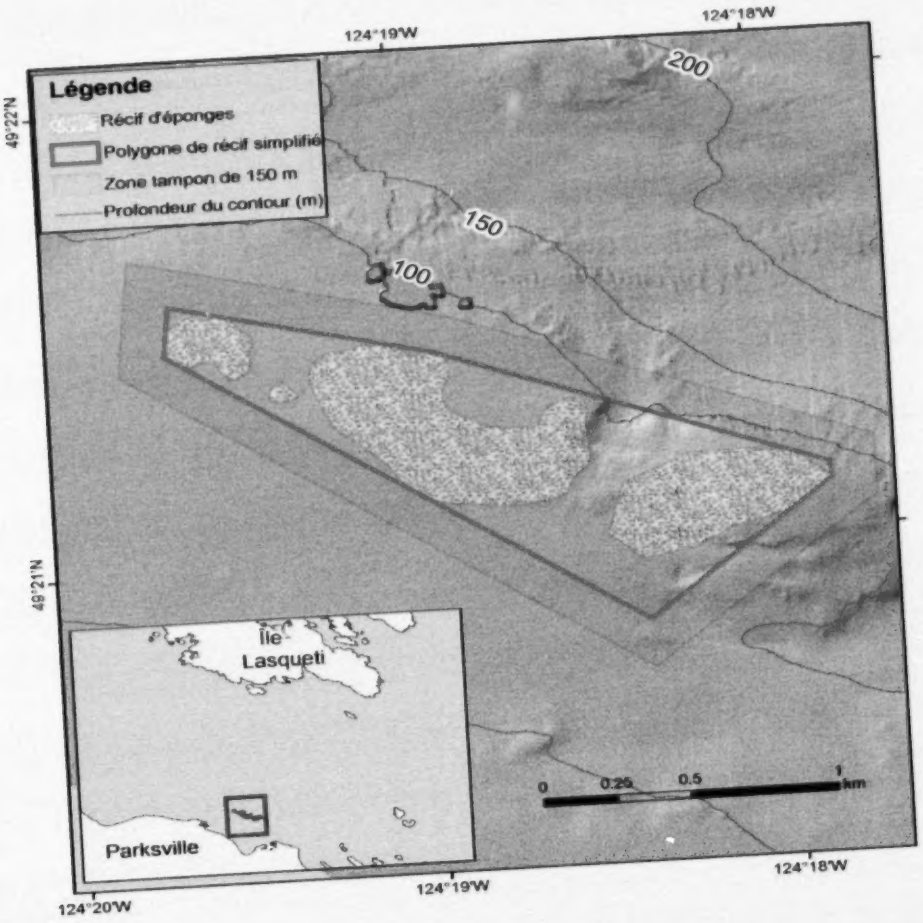

Figure 4. Carte du complexe de récifs d'éponges de Parksville, illustrant les empreintes du récif (en violet), le polygone de récif simplifié (ligne rouge) et la zone tampon de 150 m utilisée pour définir la zone du récif d'éponges fermée à la pêche.

Pour représenter l'emplacement des perturbations initiales causées par l'activité de pêche, une grille des points de rejet des particules, espacés de 200 mètres, est générée sur 5 km au-delà du polygone de récif simplifié. À chaque emplacement, une particule est rejetée chaque heure de l'année (soit un total de 8 760 particules). La méthode de suivi des particules utilise la série chronologique des courants de fond produite par le modèle hydrodynamique au point de rejet pour mettre à jour la position horizontale de la particule de sédiment à des intervalles de 30 minutes. Après 1,5 heure, on calcule l'emplacement de la particule et on l'enregistre comme point final, avec celui des 8 759 autres particules rejetées du même emplacement.

La distribution des points finaux représente l'étendue spatiale des sédiments déplacés au point de rejet commun. Le nombre de points finaux qui se trouvent à l'intérieur du polygone de récif simplifié peut être calculé et exprimé en tant que proportion du nombre de particules rejetées. Par exemple, si 876 points finaux aboutissent dans le polygone simplifié, le point de rejet représente un emplacement où la probabilité de dépôt de sédiment dans le polygone de récif simplifié est de 0,1 (876 divisé par les 8 760 particules rejetées). Si l'on s'intéresse à la frontière de risque de 10 %, ce point de rejet se trouverait exactement sur dessus.

L'extension de cette méthode donne une probabilité de risque attribuée à chaque point de rejet dans la grille de 200 mètres. L'interpolation des probabilités à chacun de ces points permet de tracer les contours aux niveaux de 0,05 et 0,20, qui correspondent aux risques de 5 et 20 % d'exposition au dépôt de sédiments dans le polygone de récif simplifié. Pour l'analyse de chaque récif d'éponges, il a été confirmé que le contour de probabilité zéro (les points de la grille à partir desquels aucune particule n'a atteint le polygone de récif simplifié) se trouvait dans la grille de points de rejet du rayon de 5 km autour du complexe de récifs. La figure 5 illustre un exemple de la manière dont les lignes de risque sont tracées.

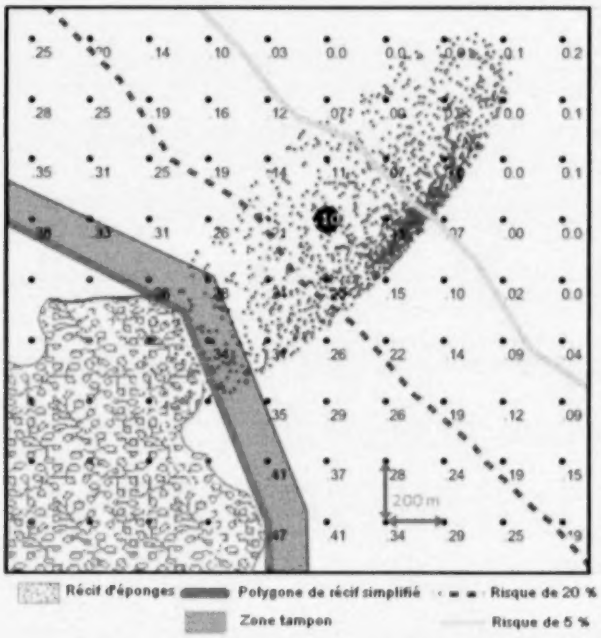

Figure 5. Exemple de contours de risque générés par le modèle. La ligne rouge représente la limite du polygone de récif simplifié, les points noirs les points de rejet espacés de 200 mètres. Pour chaque point de rejet situé en dehors du polygone simplifié, le modèle rejette 8 760 particules et détermine le point où elles se déposent. On attribue au point une valeur qui correspond à la proportion de particules aboutissant à l'intérieur du polygone de récif simplifié. Dans cet exemple, le gros point noir au centre du graphique est le point de rejet et les points finaux apparaissent comme un nuage de points bleus qui révèlent un profil du courant avec une ellipse tidale sud-ouest/nord-est et un débit moyen venant l'ouest. La valeur de 0,10 au point de rejet indique que 10 % des particules se sont déposées à l'intérieur du polygone de récif simplifié. Comme sur les figures 6 à 15, les contours de 0,05 et 0,20 sont représentés en vert pâle et vert foncé, respectivement.

Analyse et réponse

Une carte a été générée pour chacun des neuf complexes de récifs d'éponges afin de montrer les résultats de la modélisation de la trajectoire des particules de sédiments à l'aide des courants horizontaux produits par le modèle hydrodynamique ROMS (figures 6 à 14). Le tableau 2 permet de comparer les superficies délimitées par le polygone de récif simplifié, la zone tampon de 150 mètres et les contours de risque de 5 et 20 %.

Les cartes de la probabilité de risque ne tiennent pas compte du volume des matériaux du fond déplacé par l'activité de pêche et les contours représentent le potentiel de risque plutôt que l'impact des sédiments remobilisés.

Le contour de risque de 20 % définit une frontière selon laquelle 20 % des sédiments remobilisés pourraient dériver et se déposer à l'intérieur du polygone de récif simplifié. Le pourcentage de particules qui se déposeront dans le polygone simplifié sera plus élevé aux points de rejets plus proches du récif que cette frontière. Le contour de risque de 5 % est la ligne au-delà de laquelle moins de 5 % des sédiments remobilisés se déposeront à l'intérieur du

polygone simplifié. La zone entre les contours de 5 et 20 % représente un risque de 5-20 % que les sédiments se déposent dans le polygone de récif simplifié (figures 6 à 14).

Comme on le voit dans le tableau 2, la comparaison de la superficie couverte par les actuelles zones tampons de fermeture de la pêche au-dessus des récifs d'éponges délimitées par le MPO (qui s'étendent à 150 mètres au-delà de l'empreinte du récif définie par un polygone de récif simplifié) et du contour du risque de 5 % montre (à l'exception du complexe de récifs des îles Defence dans la baie Howe) que la première constitue une zone de protection plus petite.

Autour de quatre des neuf complexes de récifs d'éponges (îles Defence dans la baie Howe, chenal de la Reine-Charlotte dans la baie Howe, Parksville et Sechelt), la superficie de la zone tampon de fermeture de la pêche mise en place par le MPO est plus grande que celle du contour du risque d'exposition de 20 %.

La superficie des contours du risque d'exposition de 20 % autour du récif d'éponges de Gabriola est très proche de celle de la zone tampon du MPO (0,59 km^2 et 0,62 km^2, voir le tableau 2), mais leurs formes sont très différentes (voir la figure 10). La taille et l'orientation des contours du risque permettent de penser que l'utilisation des renseignements physiques propres au site, outre l'empreinte du récif, donnent des informations qui contribuent à l'évaluation du risque posé par les activités de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond.

Tableau 2. Superficie des caractéristiques illustrées sur les cartes de la probabilité de risque pour les neuf complexes de récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie Howe. Remarque : la zone s'étendant 150 mètres au-delà du polygone de récif simplifié correspond à la zone tampon de fermeture des pêches au-dessus du récif d'éponges (MPO 2016).

Complexe de récifs d'éponges	Superficie du polygone de récif simplifié (km^2)	Superficie s'étendant 150 mètres au-delà du polygone de récif simplifié (km^2)	Superficie à l'intérieur du contour de risque de 20 % (km^2)	Superficie à l'intérieur du contour de risque de 5 % (km^2)
Baie Howe – îles Defence	0,25	0,68	0,43	0,57
Baie Howe – chenal de la Reine-Charlotte	2,19	4,48	4,06	5,39
Foreslope Hills	0,35	0,81	1,02	2,06
Îles Outer Gulf	1,56	4,21	6,55	13,28
Île Gabriola	0,22	0,59	0,60	1,19
Parksville	1,16	2,05	1,69	2,36
Est de l'île Hornby	2,03	3,20	3,50	5,47
Sechelt	5,93	7,61	7,53	9,53
Banc Halibut	3,29	5,43	7,43	9,21

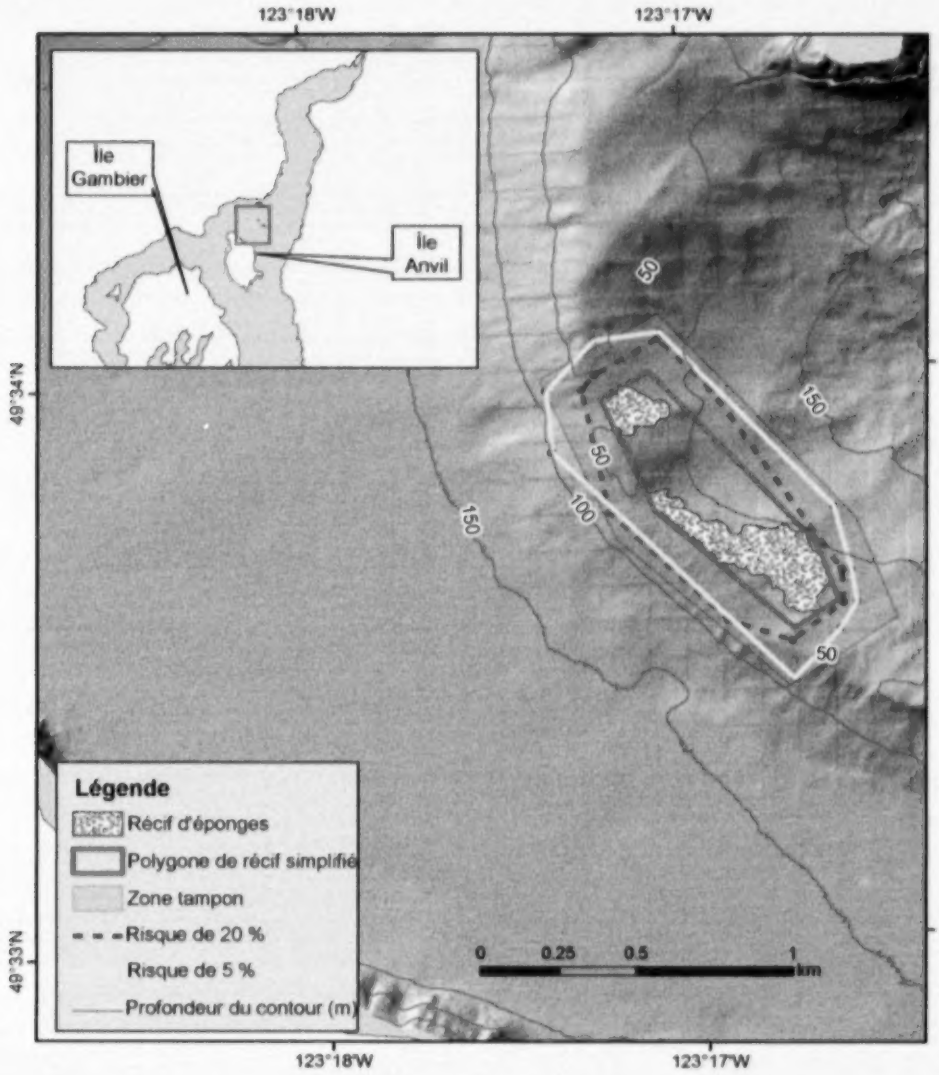

Figure 6. Carte du complexe de récifs d'éponges de la baie Howe (îles Defence) (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

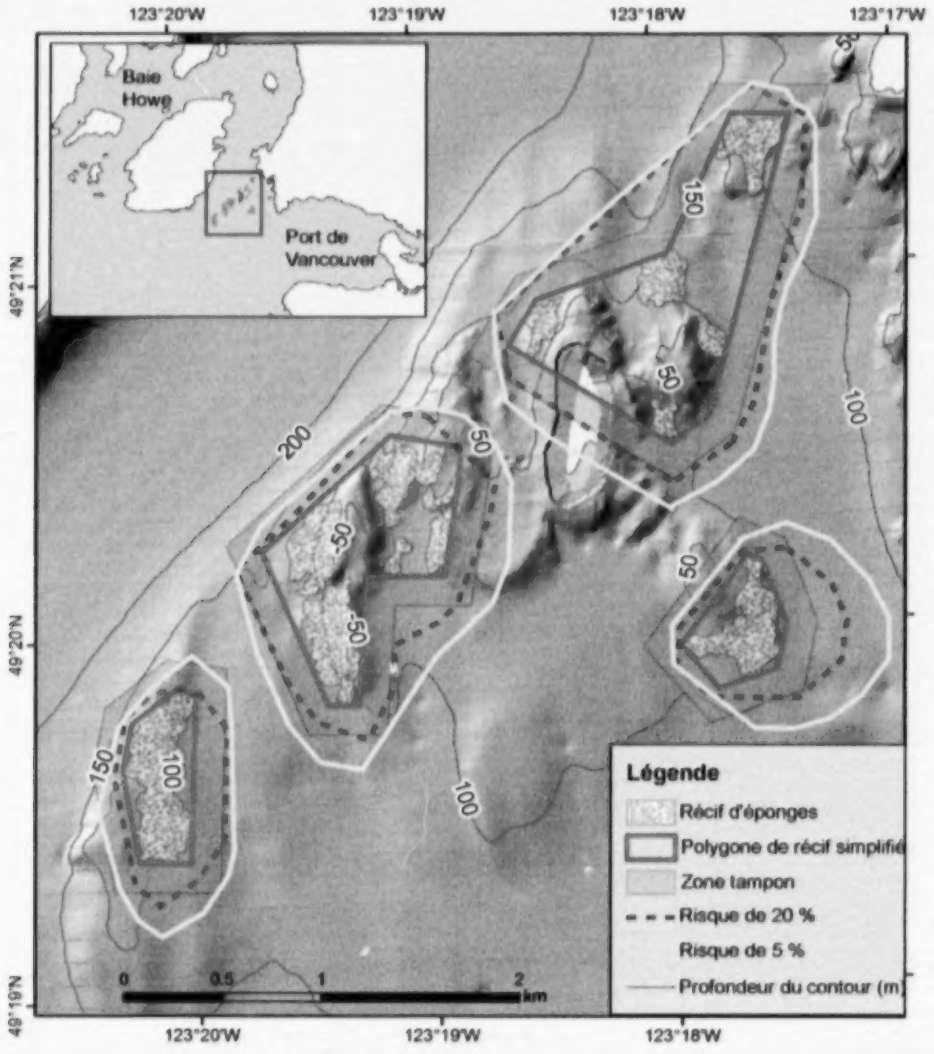

Figure 7. Carte du complexe de récifs d'éponges de la baie Howe (chenal de la Reine-Charlotte) (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

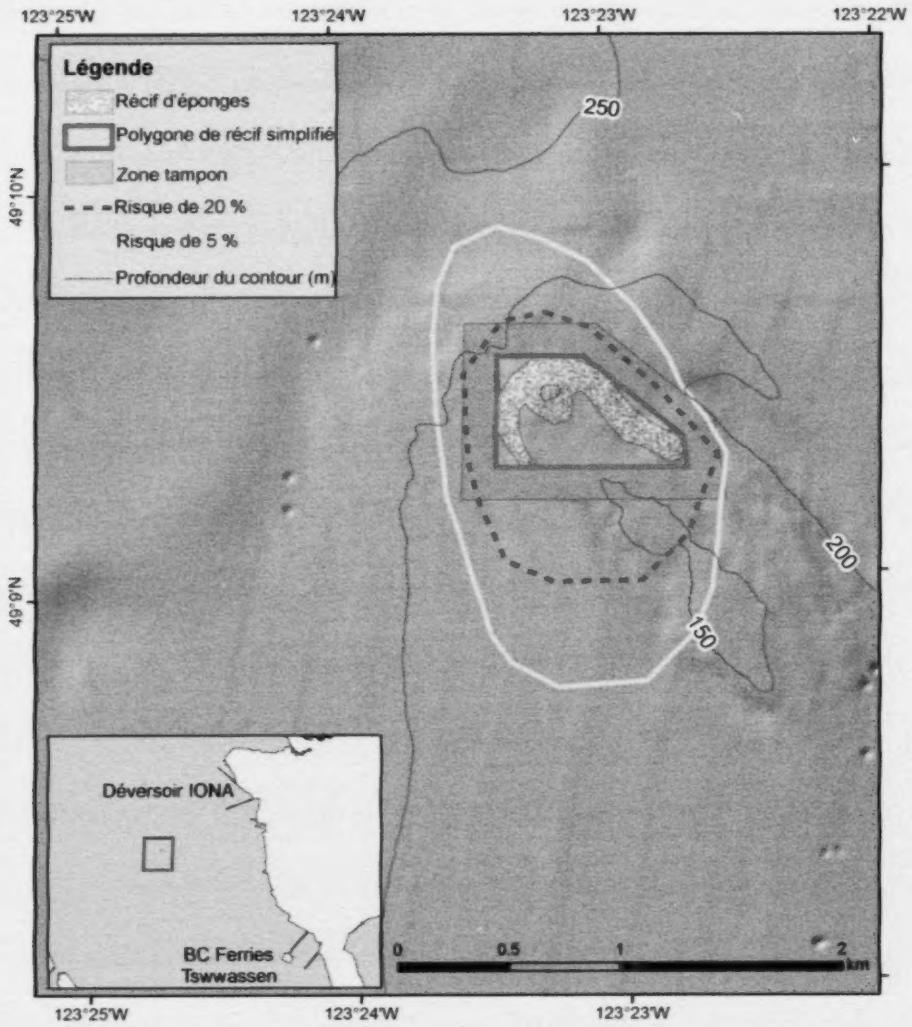

Figure 8. Carte du complexe de récifs d'éponges de Foreslope Hills (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

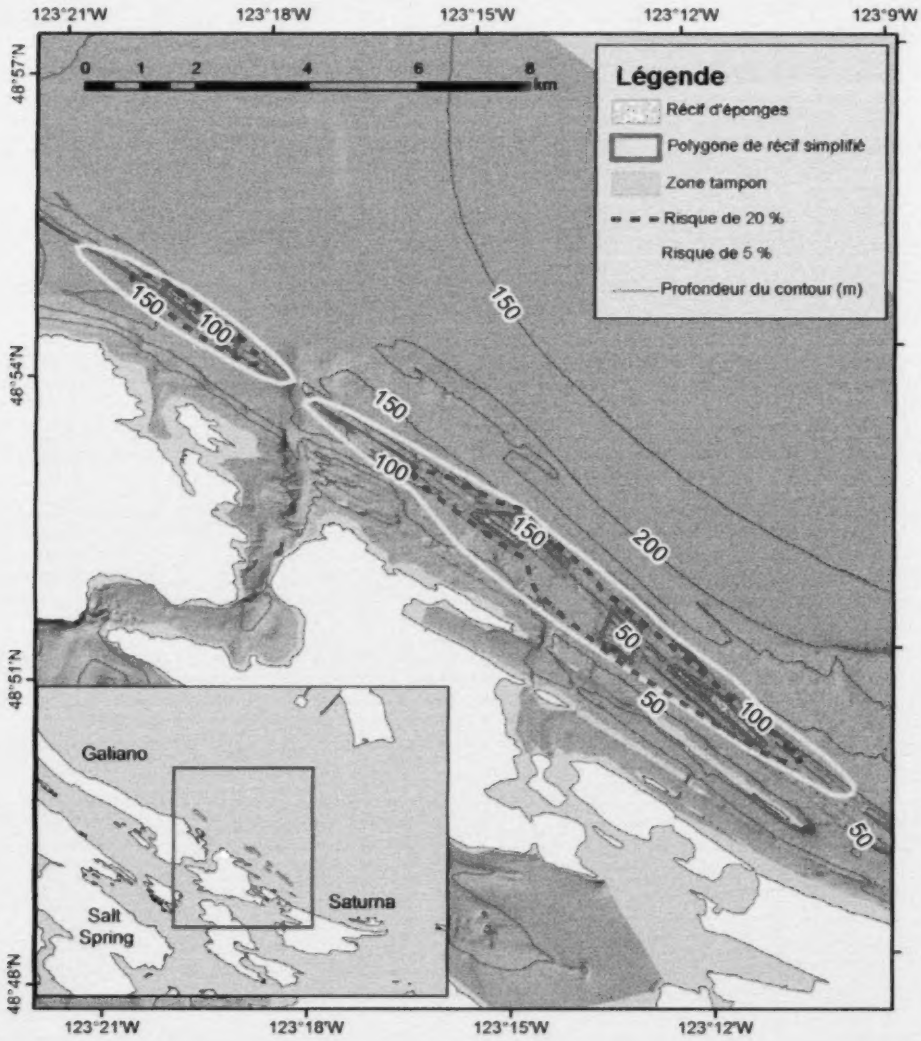

Figure 9. Carte du complexe de récifs d'éponges des Îles Outer Gulf (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

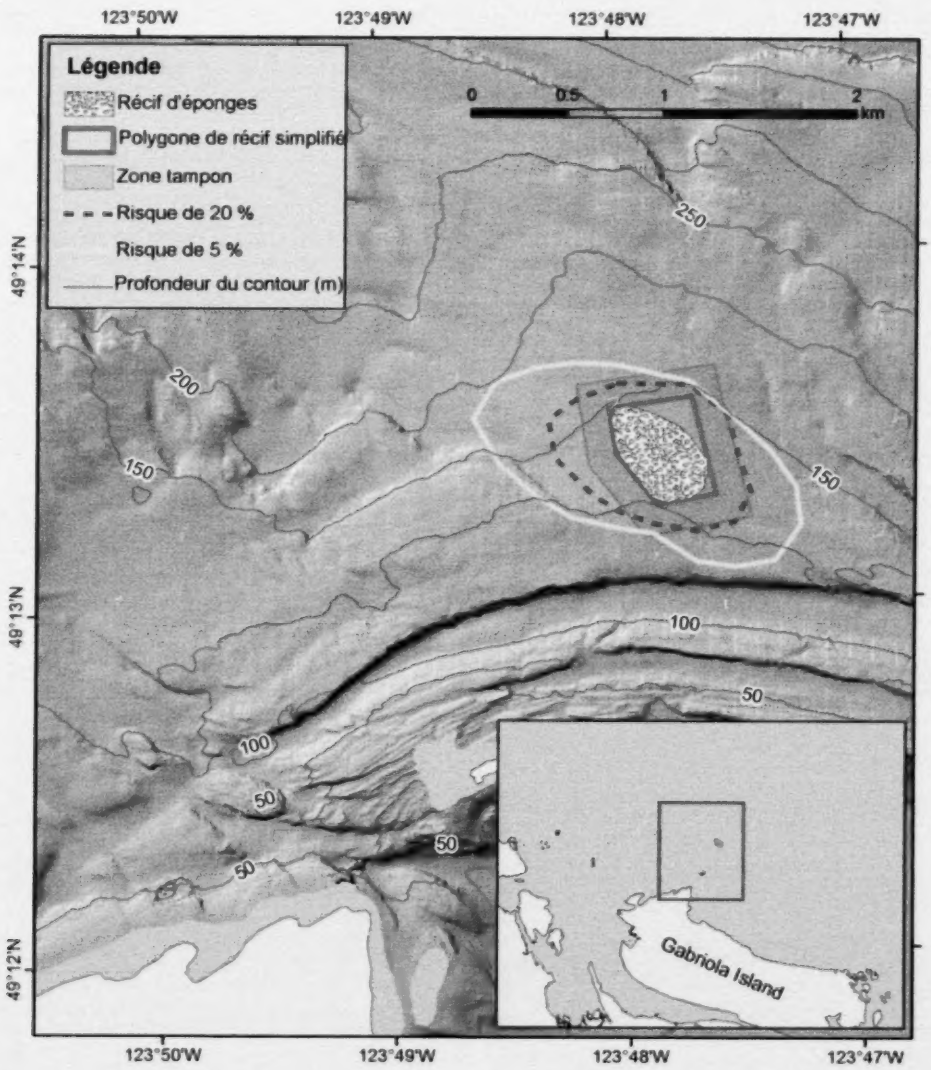

Figure 10. Carte du complexe de récifs d'éponges de l'île Gabriola (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

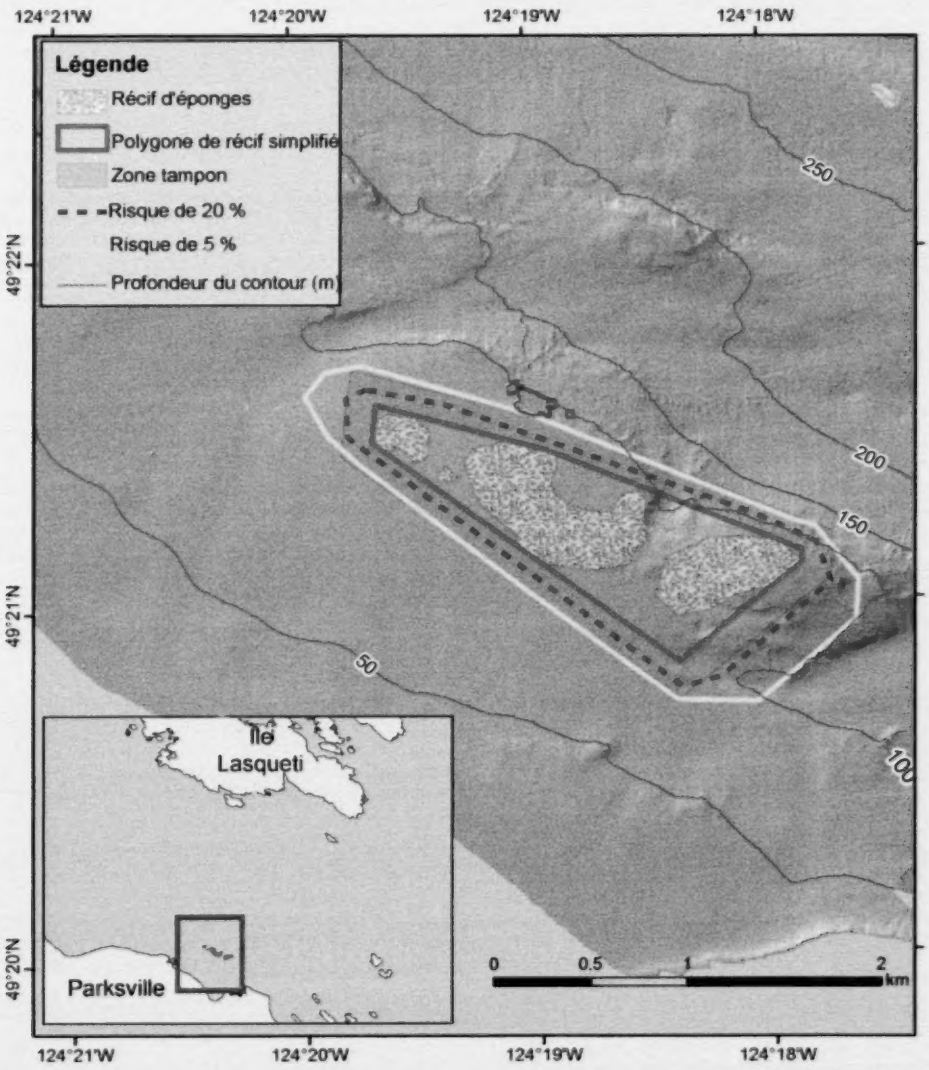

Figure 11. Carte du complexe de récifs d'éponges de Parksville (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

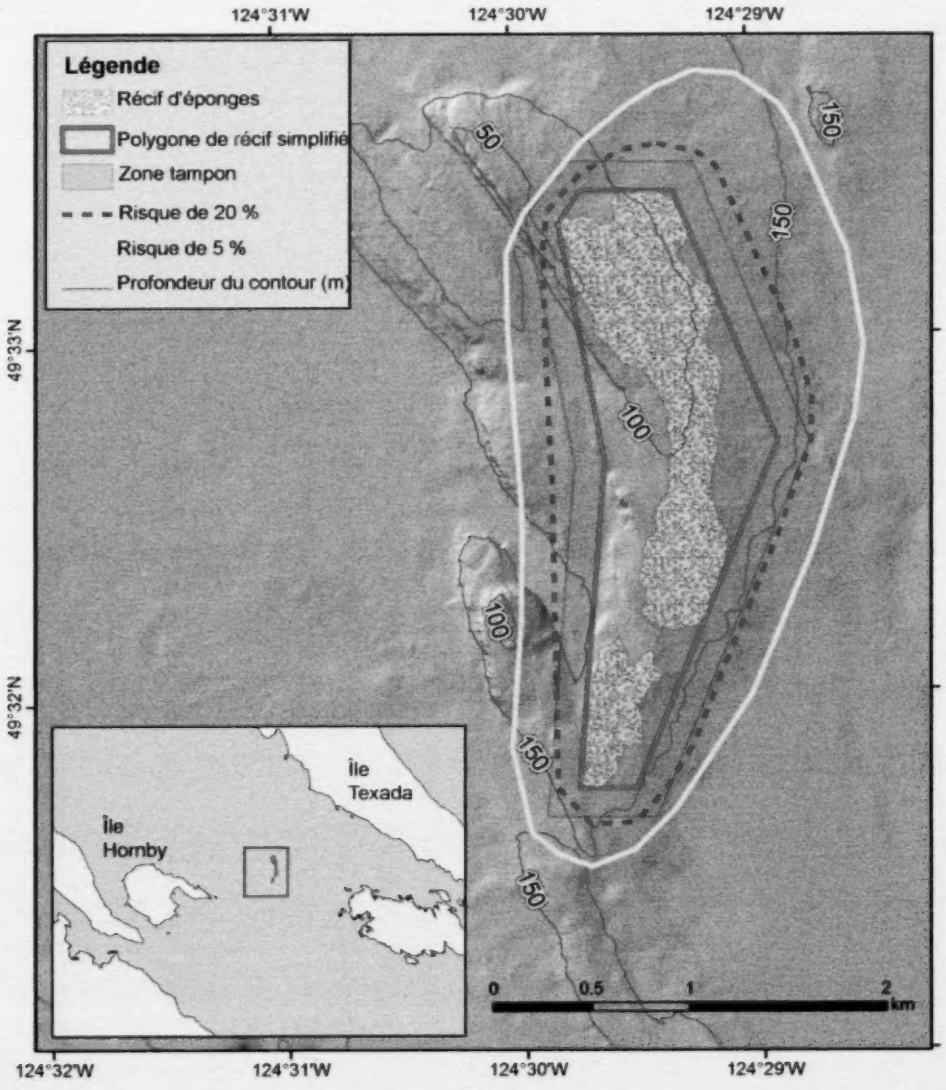

Figure 12. Carte du complexe de récifs d'éponges de l'est de l'île Hornby (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

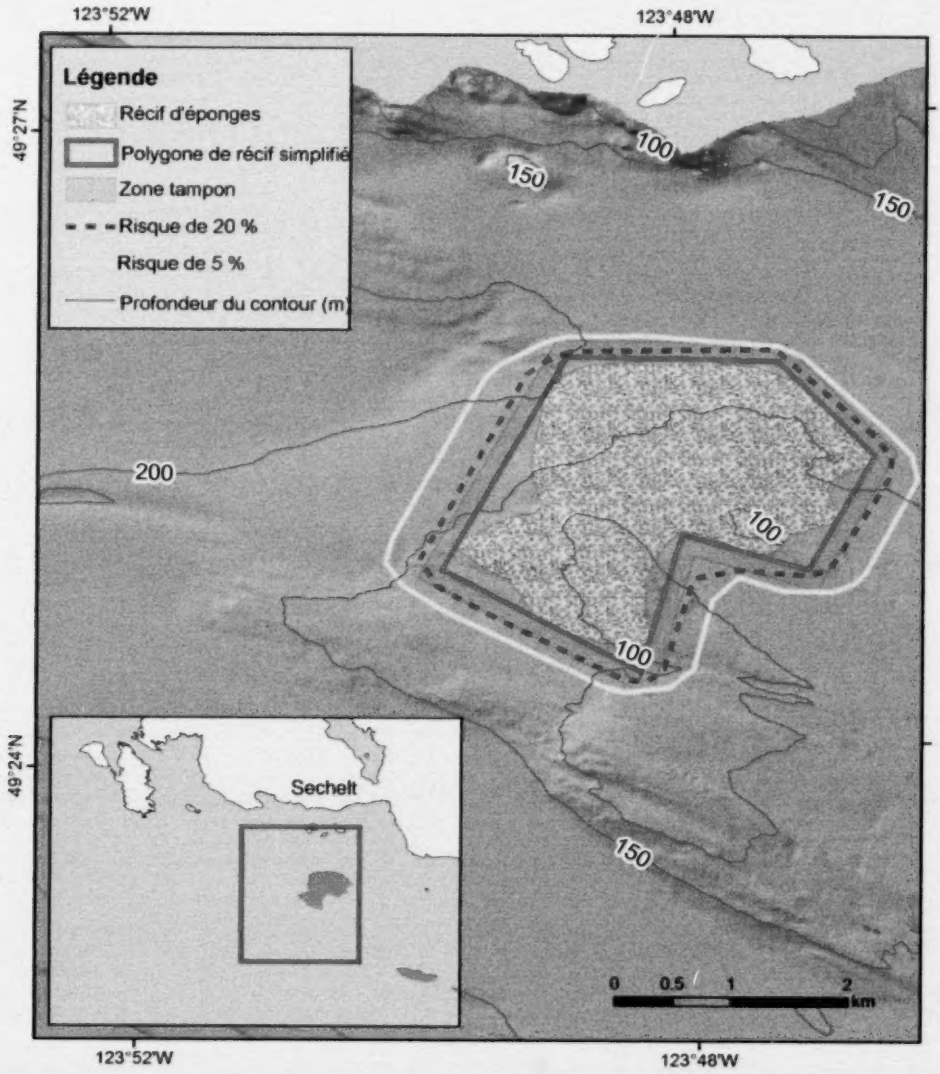

Figure 13. Carte du complexe de récifs d'éponges de Sechelt (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

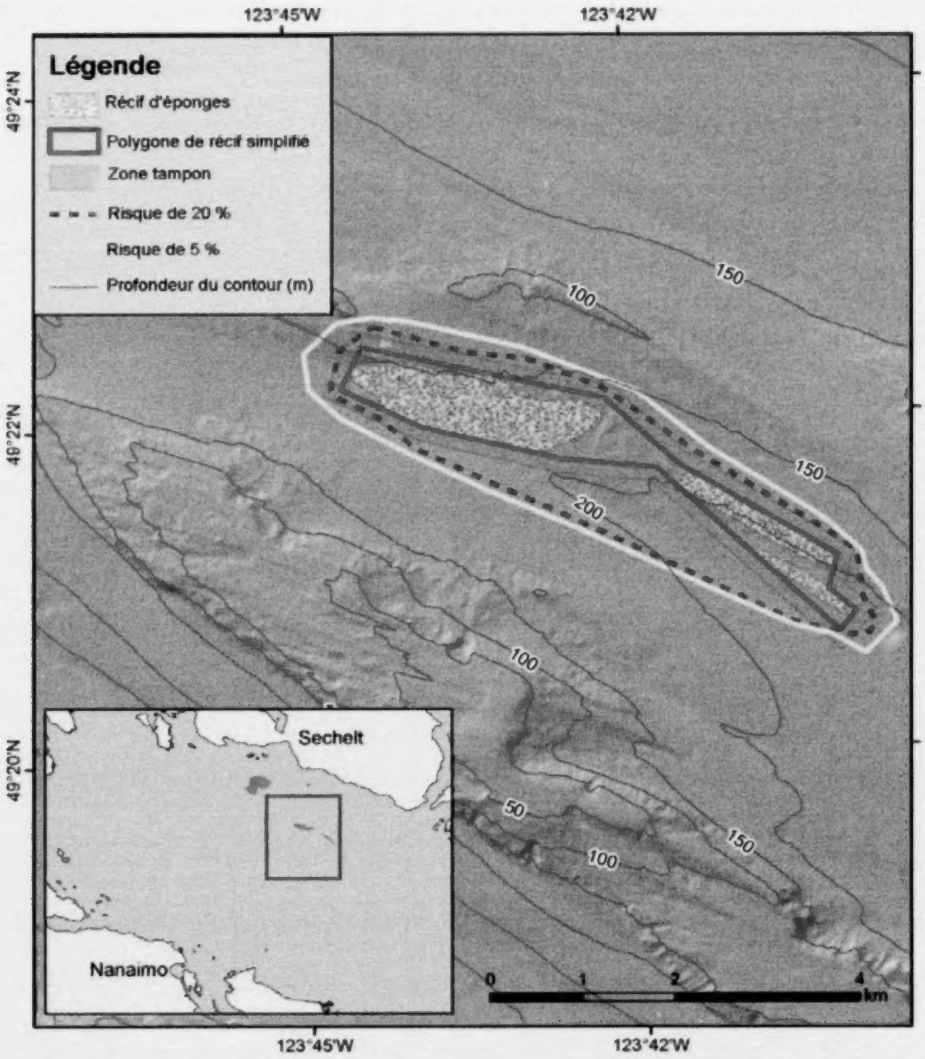

Figure 14. Carte du complexe de récifs d'éponges du banc Halibut (en violet), illustrant le polygone de récif simplifié (en rouge) et la zone tampon de 150 mètres définie par le MPO. Les contours en vert représentent les frontières tirées du modèle qui délimitent le risque d'exposition au dépôt de sédiments remobilisés à l'intérieur du polygone de récif simplifié.

Sources d'incertitude

La réalisation de la présente étude a permis de relever les limites et incertitudes suivantes :

Dans Boutillier *et al.* 2013, le temps nécessaire pour que les sédiments se déposent à nouveau a été estimé avec une hauteur fixe de 10 mètres pour la remobilisation des sédiments aux grains de 20 um. Pour la pêche aux trappes entrant en contact avec le fond dans le détroit de Georgie, on a utilisé une hauteur de perturbation des sédiments d'une taille de grain semblable d'environ 3 mètres au-dessus du fond marin, qui a été fixée en supposant qu'un temps de dépôt de 1,5 heure est raisonnable (Isaak Fine, entrepreneur de l'institut des sciences de la mer, Sidney, C.-B., comm. pers.). Il n'existe aucune preuve empirique pour quantifier l'exactitude de ces hypothèses. Avec une hauteur de perturbation ou un temps de dépôt plus grands, le sédiment est en suspension plus longtemps et se déplace probablement sur une plus grande distance à partir du point de rejet.

Le taux de sédimentation unique utilisé pour représenter les sédiments composites, comme ceux trouvés autour des récifs d'éponges, ne tient pas compte de la floculation et de l'agrégation des composantes minérales et biologiques des matériaux du fond marin. Une proportion plus élevée de sédiments marins plus fins réduira le temps de dépôt par rapport à celui utilisé dans le modèle de suivi des particules, qui agrandira la superficie des contours de risque. Le sédiment très agrégé se déposera plus rapidement que les particules individuelles et pourrait réduire la superficie des contours de risque.

On n'a pas soumis la résolution spatiale et temporelle des vitesses horizontales du modèle hydrodynamique ROMS à une analyse de sensibilité pour déterminer l'intervalle de confiance de ces résultats. La grille de 1 km fournit des informations sur le courant à un intervalle de distance supérieure à l'échelle de longueur de certains des récifs d'éponges. Dans ces cas, on utilise seulement un point de la grille du modèle pour définir le débit du courant. La résolution verticale du modèle définit une couche inférieure qui s'étend à plus de 10 mètres du plancher océanique, de sorte qu'on n'utilise la vitesse que d'une couche de profondeur dans la modélisation de la trajectoire. L'intervalle de 30 minutes de l'extrant du modèle et le temps de dépôt de 1,5 heure donnent seulement trois vecteurs vitesse pour chaque trajectoire de particule. Un extrant du modèle hydrodynamique avec une résolution spatiale (horizontale et verticale) et temporelle plus fine donnera probablement davantage de détails sur la distribution des sédiments déplacés, mais une analyse de sensibilité révélera si ces détails supplémentaires fournissent des renseignements plus pertinents.

Conclusions

L'application d'un modèle hydrodynamique ROMS et d'un modèle de trajectoire des particules a permis de générer des cartes de la probabilité de risque d'effets indirects des activités de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond sur les neuf récifs d'éponges dans le détroit de Georgie à l'aide de la méthode décrite dans Boutillier *et al.* 2013.

La comparaison des contours de risque générés par le modèle à partir des renseignements sur les courants propres au site et des zones tampons du MPO fondées sur l'empreinte des récifs fait apparaître des différences sensibles. Dans les zones où les courants de fond ont un sens très marqué, comme autour du complexe de récifs des îles Outer Gulf, le modèle définit des contours de risque qui correspondent à la zone tampon de 150 mètres dans certaines directions et s'étendent loin au-delà dans d'autres. Les contours de risque générés pour d'autres complexes de récifs, comme ceux de Foreslope Hills et de Gabriola, indiquent eux aussi un profil de dérive des sédiments remobilisés qui ne correspond pas à la forme du récif d'éponges

qui définit la zone tampon du MPO. Les complexes de récifs d'éponges des îles Defence dans la baie Howe et des îles Outer Gulf sont les seuls où la zone tampon du MPO se trouve entièrement dans le contour de risque de 20 %. En ce qui concerne les autres complexes de récifs d'éponges, le risque que les sédiments remobilisés se déposent sur le récif est supérieur à 20 % dans certaines parties de la zone tampon du MPO.

Comme on l'a vu dans la section précédente, un certain nombre d'hypothèses formulées dans la spécification des caractéristiques des sédiments et la modélisation hydrodynamique introduisent des incertitudes dans les résultats. De futurs travaux sont recommandés pour réduire ces incertitudes :

1. Comparaison des résultats du suivi des particules forcés par le modèle hydrodynamique ROMS à ceux forcés par les courants de fond observés dans le détroit de Georgie, comme l'ensemble de données sur deux ans obtenu à l'aide d'un poste d'amarrage au large de l'île Saturna de 1996 à 1998.
2. Exécuter d'autres simulations du modèle ROMS afin de déterminer la sensibilité des vitesses horizontales dans la couche inférieure aux variations de la résolution temporelle et spatiale. Des analyses de la sensibilité aideront à quantifier l'intervalle de confiance des résultats du modèle et fourniront des suggestions intéressantes de futurs efforts de modélisation.
3. Collecter et analyser des échantillons de sédiments marins au voisinage des récifs d'éponges afin de déterminer si une représentation plus exacte de la composition des sédiments et des vitesses de sédimentation modifiera les contours de la probabilité de risque.
4. Observer (à l'aide d'une caméra ou d'un sous-marin) l'activité de pêche aux trappes entrant en contact avec le fond dans les zones d'intérêt afin de déterminer la fourchette des hauteurs de perturbation appropriées.
5. Surveillance des récifs d'éponges afin de déterminer si les sédiments marins remobilisés se déposent dans les polygones de récif simplifiés et d'obtenir des preuves de la cause probable.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Peter Chandler	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Di Wan	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Diane Masson	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Isaak Fine	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Jon Chamberlain	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Miriam O	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
Aleria Ladwig	Gestion des pêches du MPO, Région du Pacifique
Lisa Christensen	Secteur des sciences du MPO, CASP, Région du Pacifique
Anya Dunham	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique, éditrice
Jim Boutillier	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique, éditeur

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional

Direction des sciences, Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
14 Mai, 2018

Sources de renseignements

Boutillier, J., Masson, D., Fain, I., Conway, K., Lintern, G., O, M., Davies, S., Mahaux, P., Olsen, N., Nguyen, H. et Rutherford, K. 2013. The extent and nature of exposure to fishery induced remobilized sediment on the Hecate Strait and Queen Charlotte Sound glass sponge reef. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/075. viii + 76 p.

Chandler, P.C., King, S.A. et Boldt, J. (éd.). 2017. State of the physical, biological and selected fishery resources of Pacific Canadian marine ecosystems in 2016. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3225: 243 + vi p.

Conway, K.W., Barrie, J.V., Hill, P.R., Austin, W.C. et Picard, K. 2007. Mapping sensitive benthic habitats in the Strait of Georgia, coastal British Columbia: deep-water sponge and coral reefs. Commission géologique du Canada. Recherches en cours. 2007-A2. 6 p.

Conway, K.W., Barrie, J.V. et Krautter, M. 2004. Modern siliceous sponge reefs in a turbid, siliciclastic setting: Fraser River delta, British Columbia, Canada. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie 2004: 335-350.

Conway, K.W., Barrie, J.V. et Krautter, M. 2005. Geomorphology of unique reefs on the western Canadian shelf: sponge reefs mapped by multibeam bathymetry. Geo-Marine Letters 25: 205-213.

Conway, K., Krautter, M., Barrie, J.V. et Neuweiler, M. 2001. Hexactinellid Sponge Reefs on the Canadian Continental Shelf: A Unique "Living Fossil". Geoscience Canada 28(2): 71-78.

MPO. 2016. Avis de pêche FN0415 (consulté le 6 avril 2018).

MPO. 2010. Impacts potentiels des engins de pêche (à l'exception des engins mobiles entrant en contact avec le fond) sur les communautés et les habitats marins. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/003.

Dunham, A., Mossman, J., Archer, S., Davies, S., Pegg, J. et Archer, E. 2018. Glass Sponge Reefs Strait of Georgia and Howe Sound: Status assessment and ecological monitoring advice in the Strait of Georgia and Howe Sound: Status assessment and ecological monitoring advice. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2018/10. Sous presse.

Foreman, M.G.G., Crawford, W.R., Cherniawsky, J.Y., Henry, R.F. et Tarbotton, M. 2000. A high-resolution assimilating tidal model for the Northeast Pacific Ocean. Journal of Geophysical Research 105: 28629-28651.

Haidvogel, D.B., Arango, H., Budgell, W.P., Cornuelle, B.D., Curchitser, E., Di Lorenzo, E., Fennel, K., Geyer, W.R., Hermann, A.J., Lanerolle, L., Levin, J., McWilliams, J.C., Miller, A.J., Moore, A.M., Powell, T.M., Shchepetkin, A.F., Sherwood, C.R., Signell, R.P., Warner, J.C. et Wilkin, J. 2008. Ocean forecasting in terrain-following coordinates: formulation and skill assessment of the Regional Ocean Modeling System. Journal of Computational Physics 227: 3595-3624.

Leys, S.P. 2013. Effects of Sediment on Glass Sponges (Porifera, Hexactinellida) and projected effects on Glass Sponge Reefs. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2013/074. vi + 23 p.

Lintern, D.G. 2003. Influences of flocculation on bed properties for fine-grained cohesive sediment. Université d'Oxford, Oxford (Royaume-Uni). Thèse de doctorat en philosophie. 226 p.

Masson, D. et Fine, I. 2012. Modeling seasonal to interannual ocean variability of coastal British Columbia. Journal of Geophysical Research 117(C10019). DOI : 10.1029/2012JC008151.

Morrison, J., Foreman, M.G.G. et Masson, D. 2012. A Method for Estimating Monthly Freshwater Discharge Affecting British Columbia Coastal Waters. Atmosphere-Ocean 50: 1-8. DOI : 10.1080/07055900.2011.637667.

Peña, M.A., Masson, D. et Callendar, W. 2016. Annual plankton dynamics in a coupled physical–biological model of the Strait of Georgia, British Columbia. Progress in Oceanography 146: 58-74. DOI : 10.1016/j.pocean.2016.06.002.

Tompkins-MacDonald, G.J. et Leys, S.P. 2008. Glass sponges arrest pumping in response to sediment: implications for the physiology of the hexactinellid conduction system. Marine Biology 154: 973-984.

Whitney, F., Conway, K., Thomson, R., Barrie, V., Krautter, M. et Mungov, G. 2005. Oceanographic habitat of sponge reefs on the Western Canadian Continental Shelf. Continental Shelf Research 25: 211-226.

Yahel, G., Whitney, F., Reiswig, H.M., Eerkes-Medrano, D.I. et Leys, S.P. 2007. *In situ* feeding and metabolism of glass sponges (Hexactinellida, Porifera) studied in a deep temperate fjord with a remotely operated submersible. Limnology and Oceanography 52(1): 428-440.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : (250) 756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Effets indirects des activités de pêche (aux trappes) en contact avec le fond sur les récifs d'éponges dans le détroit de Georgie et la baie howe. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/042.

Also available in English:

DFO. 2018. Indirect Effects of Bottom-Contact Fishing Activities (By Trap Gear) on Sponge Reefs in the Strait of Georgia and Howe Sound. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2018/042.